

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISA PROSES CARBURIZING DENGAN VARIASI WAKTU TAHAN**  
**15, 30, 45, 60 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**  
**BAJA KARBON ST 60**



Disusun oleh :  
**Nugroho Putro Wicaksono      (D200150079)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**2020**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nugroho Putro Wicaksono

NIM : D 200 150 079

Jurusan : Teknik mesin

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul **“ANALISA PROSES CARBURIZING DENGAN WAKTU TAHAN 15, 30, 45, 60 MENIT TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON ST 60”** merupakan hasil penelitian sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui penelitian saya bukan merupakan tiruan dari penelitian yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapat gelar sarjana dilingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi lain, kecuali sebagian sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 11 Februari 2021

Yang Menyatakan



Nugroho Putro Wicaksono

## LEMBAR PERSETUJUAN

Laporan Proposal Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disahkan untuk memenuhi syarat Mata Kuliah Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Disusun oleh :

Nama : Nugroho Putro Wicaksono

NIM : D200150079

Telah disetujui dan disahkan :

Hari : Kamis

Tanggal : 11 Februari 2021

Mengetahui

Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T.

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "**ANALISA PROSES CARBURIZING DENGAN WAKTU TAHAN 15, 30, 45, 60 MENIT TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON ST 60**", telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan setelah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : NUGROHO PUTRO WICAKSONO

NIM : D200 150 079

Disahkan pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 11 Februari 2021

Tim Penguji :

Ketua : Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T. (  )

Sekretaris : Ir. Bibit Sugito, M.T. (  )

Anggota : Patna Partono, ST., MT. (  )



Dekan

03052021

Dr. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM

Ketua Jurusan

Ir. H. Subroto, MT



**LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR**

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta :

Nomor **029/II/2020** tanggal **20 Februari 2020** tentang Pembimbing Tugas Akhir dengan ini :

Nama : Ir. Pramuko Ilmu PurboPutro, M.T

Pangkat / Jabatan : Lektor Kepala

Sebagai Pembimbing Tugas Akhir memberikan soal tugas akhir kepada mahasiswa :

Nama : Nugroho Putro Wicaksono

No Induk : D200 150 079

Jurusan / Semester : Teknik Mesin / Semester 10

Judul / Topik : Analisa Proses Carburizing Dengan Variasi Waktu Tahan 15, 30, 45, 60 Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja Karbon ST 60

Rincian Soal/Tugas : Uji Kekerasan, Struktur Mikro (Ketebalan karbon masuk)

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 5 Maret 2020

Pembimbing

Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T

*Keterangan :*

*Dibuat Rangkap Tiga (3)*

- 1. Untuk Kajur ( Koordinator TA )*
- 2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir*
- 3. Untuk Mahasiswa.*

### **Motto**

**“ Bagaimanapun juga merawat cita-cita tak akan semudah berkata-kata. Rencana berikutnya rajut lagi cerita, merapal doa, gas sekencangnya “**

Gas – FSTVLST

**“ Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kadar kesanggupannya ”**

(QS : Al-baqarah 286)

**“ Raihlah ilmu. Dan untuk meraih ilmu, belajarlah untuk tenang dan sabar “**

(Umar bin Khattab)

**“ Pada akhirnya akan ada batas untuk setiap perjalanan, Selalu ada kata selesai untuk setiap yang dimulai ”**

(Rezha Herlanda)

**“ Ide yang bagus adalah ide yang dikerjakan ”**

(Yaya Chandra)

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Dengan penuh harap ridho Allah SWT, teriring perasaan syukur dan sabar yang mendalam serta penghargaan yang tinggi, setelah melewati berbagai ujian dalam perjuangan yang tak kenal lelah, Saya persembahkan Tugas Akhir ini kepada:

1. Bapak, Ibu, dan seluruh Keluarga tercinta yang dengan segala kasih sayang, kesabaran, keikhlasan dan pengorbanannya senantiasa membimbing dan mendo'akanku.
2. Bapak Supriyono S.T., M.T., Ph.D selaku Pembimbing Akademik. Saya berterimakasih atas pengarahan dan bimbingannya yang Saya terima selama berada di Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Pramuko Ilmu Purboputro M.T selaku Pembimbing Utama Tugas Akhir. Saya berterimakasih atas pengarahan dan bimbingannya yang Saya terima selama pengerjaan Tugas Akhir.
4. Teman seperjuangan mahasiswa bimbingan Ir. Pramuko Ilmu Purboputro M.T yang selalu saling membantu dan berjuang bersama.

**ANALISA PROSES CARBURIZING DENGAN VARIASI WAKTU TAHAN  
15, 30, 45, 60 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO  
BAJA KARBON ST 60**

**Nugroho Putro Wicaksono, Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T**

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

Email: [Hanung406@gmail.com](mailto:Hanung406@gmail.com)

**ABSTRAK**

*Penelitian kali ini menjelaskan tentang proses carburizing pada baja. Perumusan masalah tentang carburizing dengan variasi waktu tahan 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit terhadap kekerasan dan struktur mikro pada baja karbon ST60. Proses pack carburizing banyak digunakan untuk meningkatkan kekerasan permukaan pada baja. Pada penelitian ini ukuran butir karbon yang digunakan adalah mesh 140 (105  $\mu$ m) dengan temperature 900°C. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada variasi waktu tahan 15 menit nilai kekerasan rata-rata 56,7 HRA. Pada waktu tahan 30 menit rata-rata nilai kekerasannya adalah 57,1 HRA. Lalu pada waktu tahan 45 menit rata-rata nilai kekerasannya adalah 57,4 HRA dan pada waktu tahan 60 menit adalah 57,5. Untuk raw material memiliki rata-rata nilai kekerasan 66,7 HRB. Jadi raw material setelah di carburizing mengalami peningkatan kekerasan sebesar 167-173%. Dengan demikian waktu tahan pada proses pack carburizing mempengaruhi kekerasan material.*

**Kata kunci: Carburizing, Normalizing, Struktur Mikro, Kekerasan**



**CARBURIZING PROCESS ANALYSIS WITH HOLDING TIME  
VARIATIONS 15, 30, 45, 60 TOWARDS VIOLENCE AND MICRO  
STRUCTURE OF ST 60 CARBON STEEL**

**Nugroho Putro Wicaksono, Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T**

Mechanical Engineering, Muhammadiyah University of Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

Email: [Hanung406@gmail.com](mailto:Hanung406@gmail.com)

**ABSTRACT**

*This research describes the carburizing process in steel. The formulation of carburizing problems with variations in holding time of 15 minutes, 30 minutes, 45 minutes, 60 minutes on hardness and microstructure on ST60 carbon steel. The pack carburizing process is widely used to increase the surface hardness of steel. In this study, the carbon grain size used was mesh 140 (105  $\mu\text{m}$ ) with a temperature of 900 ° C. The results of this study indicate that at the variation of holding time 15 minutes the average hardness value is 56.7 HRA. At the holding time of 30 minutes the average hardness value was 57.1 HRA. Then at the holding time of 45 minutes the average hardness value was 57.4 HRA and at the holding time of 60 minutes was 57.5. Raw material has an average hardness value of 66.7 HRB. So the raw material after carburizing experienced an increase in hardness of 167-173%. Thus the holding time in the pack carburizing process affects the hardness of the material.*

**Keywords: Carburizing, Normalizing, Microstructure, Hardness**

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

Segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan Hidayahnya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISA PROSES CARBURIZING DENGAN VARIASI WAKTU TAHAN 15, 30, 45, 60 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON ST 60”** disusun untuk memenuhi persyaratan Sidang Sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhamadiyah Surakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua Orang tua yang senantiasa selalu memberikan dukungan berupa moril dan maupun materil dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Subroto, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing, mengarahkan dan memberi petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. H. Sri Sunarjono M.T, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
5. Teman - teman Teknik Mesin angkatan 2015 yang sudah banyak membantu saya dan mendukung saya dalam perkuliahan selama di Universitas Muhammadiyah Surakarta.
6. Teman seperjuangan mahasiswa bimbingan Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T yang sudah banyak membantu saya dalam

menyelsaikan Tugas Akhir ini. Akhir kata, penulis mohon maaf sebelum dan sesudahnya, jika sekiranya terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini, yang disebabkan adanya keterbatasan – keterbatasan antara lain waktu, dana, literature yang ada dan pengetahuan yang penulis miliki. Harapan penulis semoga laporan ini bermanfaat untuk pembaca.

Tugas Akhir ini semoga dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pihak lain yang membutuhkan, Aamin ya Robbaal alamin.

*Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.*

Surakarta, 18 November 2020



Nugroho Putro Wicaksono

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR.....	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT .....	ix
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II DASAR TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Baja .....	8
2.2.2 <i>Carburizing</i> .....	9
2.2.3 Diffusi .....	11
2.2.4 Diagram Fasa Fe-Fe <sub>3</sub> C .....	12
2.2.5 Diagram Transformasi Untuk Pendinginan .....	14
2.2.6 Pengujian Kekerasan Rockwell .....	15

2.2.7 Pengujian Metalografi .....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>22</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	22
3.2 Alat dan Bahan .....	22
3.3 Prosedur Penelitian .....	23
3.4 Alat dan Bahan .....	24
3.5 Tahapan Penelitian.....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>34</b>
4.1 Pengujian Komposisi Kima .....	34
4.2 Pengujian Struktur Mikro .....	36
4.3 Pengujian Kekerasan Rockwell .....	41
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mikrostruktur Raw Material.....	7
Gambar 2.2 Struktur Mikro Zona Kasus.....	7
Gambar 2.3 Dalam Kasus Struktur Mikro Baja.....	8
Gambar 2.4 <i>Vacancy Diffusion</i> .....	12
Gambar 2.5 Diagram Fasa .....	13
Gambar 2.6 Diagram TTT.....	14
Gambar 2.7 <i>Shape of Indentation</i> .....	16
Gambar 2.8 Tabel Skala Kekerasan Rockwell .....	17
Gambar 2.9 Penampang Spesimen Benda Uji Kekerasan Rockwell...	19
Gambar 2.10 Permukaan Benda Uji Struktur Mikro .....	21
Gambar 3.1 Diagram Alir .....	23
Gambar 3.2 Mesh .....	24
Gambar 3.3 Mug Cangkir.....	24
Gambar 3.4 Amplas.....	25
Gambar 3.5 Oven .....	25
Gambar 3.6 Timbangan.....	26
Gambar 3.7 Alat Uji Metalografi .....	26
Gambar 3.8 Alat Uji Kekerasan Vickers .....	27
Gambar 3.9 Baja Karbon ST60.....	27
Gambar 3.10 Arang Sekam Padi .....	28
Gambar 3.11 Autosol.....	28
Gambar 4.1 Hasil Pengujian Mikrografi Sebelum Carburizing 200x ....	36
Gambar 4.2 Hasil Pengujian Mikrografi Sesudah Carburizing Dengan Arang Sekam Padi Variasi Waktu Tahan 15 menit Perbesaran 200x .....	37
Gambar 4.3 Hasil Pengujian Mikrografi Sesudah Carburizing Dengan Arang Sekam Padi Variasi Waktu Tahan 30 Menit Perbesaran 200x .....	37

Gambar 4.4 Hasil Pengujian Mikrografi Sesudah Carburizing Dengan Arang Sekam Padi Variasi Waktu Tahan 45 Menit Perbesaran 200x .....	38
Gambar 4.5 Hasil Pengujian Mikrografi Sesudah Carburizing Dengan Arang Sekam Padi Variasi Waktu Tahan 60 Menit Perbesaran 200x .....	39
Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan Menggunakan <i>Rockwell</i> Dikonversi ke Vickers (VHN) Sebelum dan Sesudah <i>Carburizing</i> .....	45

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengujian Komposisi Kimia Sebelum Heat Treatment dan Setelah Heat Treatment Dengan Penahan Waktu 60 Menit .....	34
Tabel 4.2 Hasil Uji Kekerasan Sebelum dan Sesudah <i>Carburizing</i> .....	41
Tabel 4.3 Hasil Uji Kekerasan Dikonversi Ke Vickers (VHN).....	42